

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Anemometer

Anemometer merupakan suatu alat untuk mengukur kecepatan angin pada sebuah wilayah tertentu. Anemometer banyak digunakan pengukuran oleh Badan Meterologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), selain itu Anemometer juga digunakan di laboratorium untuk tujuan praktikum pada suatu Institusi. Anemometer dapat diklasifikasikan menjadi beberapa macam.

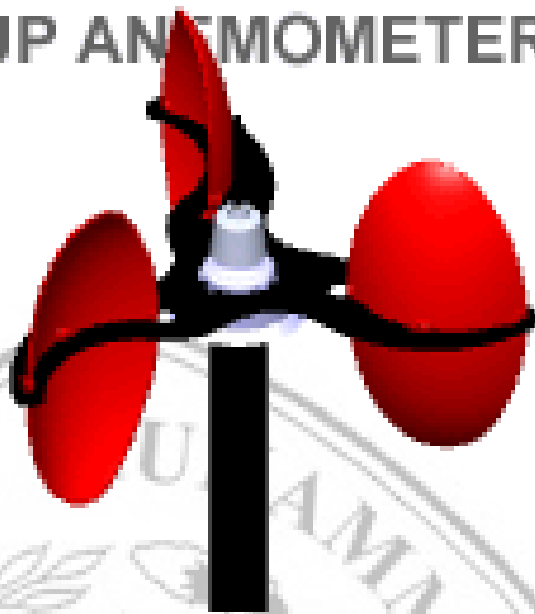
2.1.1 Klasifikasi Anemometer

Ada beberapa tipe Anemometer, yaitu:

a. Anemometer Mangkok

Anemometer tipe mangkok umumnya telah di desain untuk digunakan pada tempat yang tinggi. Anemometer ini memiliki tiga sampai empat mangkok. Cara kerjanya adalah ketika angin mengenai mangkok maka semua mangkok Anemometer akan berputar dan melakukan pembacaan hasil dari kecepatan angin pada daerah yang diukur. Anemometer ini memiliki rotor/ poros yang yang dihubungkan dengan piringan, sehingga perhitungan kecepatan anginnya per periode. Contoh dari Anemometer mangkok dapat dilihat pada gambar 2.1.

CUP ANEMOMETER



(Sumber: (Anonim, Anemometer, 2018))

Gambar 2.1 Anemometer Mangkok

b. Anemometer Kipas

Anemometer Kipas merupakan jenis Anemometer yang terdiri dari kipas yang memiliki sudu. Sudu-sudu tersebut ketika terkena angin maka akan membaca hasil kecepatan angin pada LCD. Anemometer tipe kipas menghasilkan perhitungan yang sangat akurat karena memiliki sensitivitas yang baik. Contoh dari tipe Anemometer kipas dapat dilihat pada gambar 2.2.



(Sumber: (Wicaksono, 2016))

Gambar 2.2 (a) Model Anemometer Tipe Kipas, (b) Anemometer Kipas Portable

c. Anemometer Kawat Panas

Anemometer kawat panas menggunakan kawat panas untuk mengukur kecepatan angin yang mengalir dari udara ke kawat panasnya tersebut. Contoh dari Anemometer kawat panas dapat dilihat pada gambar 2.3.

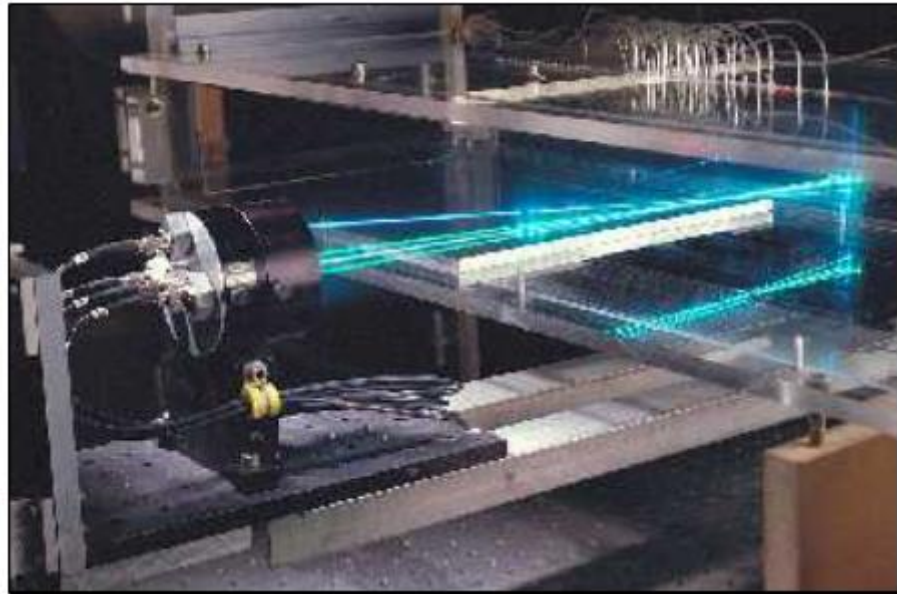


(Sumber: (Wicaksono, 2016))

Gambar 2.3 Anemometer Kawat Panas

d. Anemometer Laser Doppler

Anemometer Laser Doppler merupakan jenis Anemometer yang digunakan untuk menghitung kecepatan angin lewat partikel udara di sekitar. Cara kerja dari Anemometer ini adalah ketika sinar laser memantulkan ke balok kemudian ketika mengenai balok maka sinar laser akan kembali dipantulkan. Pada saat dipantulkan jika ada pergeseran partikel maka akan dapat mengukur kecepatan angin. Contoh dari Anemometer Laser Doppler dapat dilihat pada gambar 2.4.



(Sumber: (Anonim, Anemometer, 2018))

Gambar 2.4 Anemometer Laser Doppler

e. Anemometer Ultrasonik

Anemometer ultrasonik merupakan jenis Anemometer yang memakai gelombang suara ultrasonik. Anemometer ultrasonik dikembangkan pertama kali tahun 1950. Contoh dari Anemometer ultrasonik dapat dilihat pada gambar 2.5.



(Sumber: (Anonim, Anemometer, 2018))

Gambar 2.5 Anemometer Ultrasonik

f. Anemometer Resonanse Akustik

Anemometer ini menggunakan sensor ultrasonik sebagai pengukuran kecepatan angin karena Anemometer jenis ini merupakan pengembangan dari Anemometer ultrasonik, Anemometer jenis ini diciptakan oleh Dr Savvas Kapartis tahun 2000. Contoh dari Anemometer Resonanse Akustik dapat dilihat pada gambar 2.6.

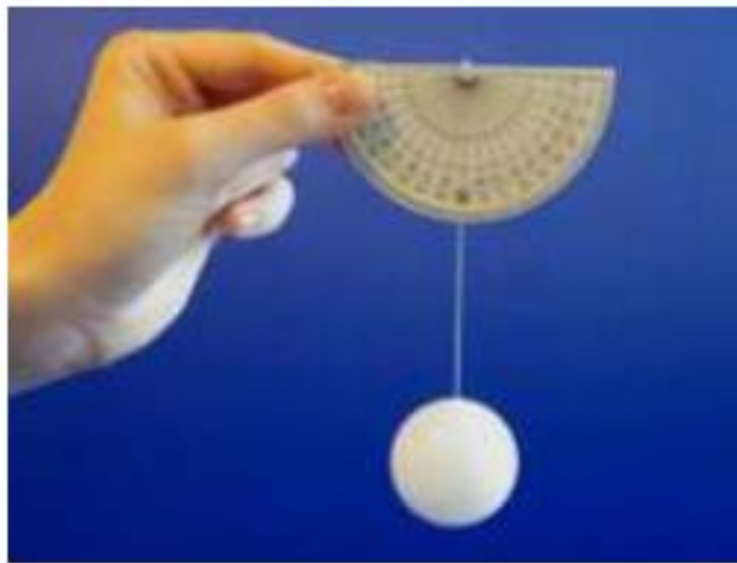


(Sumber: Wicaksono, 2016)

Gambar 2.6 Anemometer Resonansi Akustik

g. Anemometer Bola Ping-Pong

Anemometer bola ping-pong merupakan jenis Anemometer yang menggunakan bola ping-pong sebagai pengukur kecepatan angin. Bola ping-pong dihubungkan dengan sebuah tali yang ditempelkan pada busur, sehingga ketika bola ping-pong terkena angin maka bola akan berpindah arah dan menunjukkan hasil pengukuran lewat sebuah busur tersebut. Contoh dari Anemometer bola ping-pong dapat dilihat pada gambar 2.7.



(Sumber: (Wicaksono, 2016))

Gambar 2.7 Anemometer Bola Ping-pong

2.2 Angin

Angin merupakan udara yang dimanfaatkan manusia, hewan dan tumbuhan untuk memenuhi kehidupan sehari-hari, contohnya memberikan kesejukan bagi makhluk hidup yang ada di bumi. Dalam perkembangan teknologi angin digunakan sebagai sumber energi. Nelayan menggunakan angin sebagai energi untuk menggerakkan perahu dan bisa digunakan sebagai sumber energi listrik lewat Pembangkit Listrik Tenaga Bayu/Angin (PLTA). Kecepatan angin dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah ketinggian dan tempat pada daerah tersebut. Angin memiliki kecepatan yang berbeda-beda, kecepatan angin dapat berpengaruh terhadap fenomena di laut dan darat, hal tersebut dapat diketahui lewat tabel di bawah ini:

Tabel 2.1 Skala Beaufort

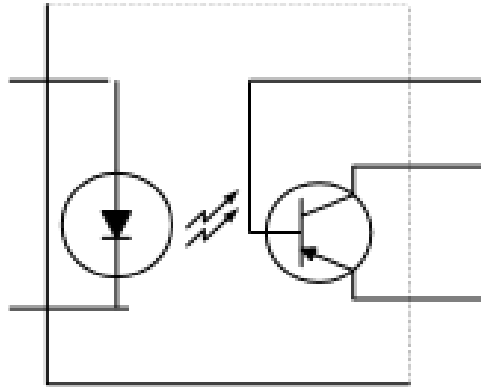
Skala	Tingkatan	Kecepatan (m/s)	Kecepatan (km/jam)	Tanda-tanda di laut (L) dan di darat (D)
1	Tenang	0-0,2	<1	(L) : Laut seperti kaca (D) : Tenang; asap mengepul vertikal
2	Teduh	0,3-1,5	5-Jan	(L) : Berombak kecil, tidak tampak berbuih (D) : Asap mengepul miring, tetapi alat anemometer tidak berputar
3	Sepoi Lemah	1,6-3,3	11-Jun	(L) : Berombak tetapi tidak terlihat pecah (D) : Terpaan angin terasa di muka, anemometer berputar perlahan
4	Sepoi Lembut	3,4-5,4	19-Dec	(L) : Berombak besar dan mulai ada pecah pecah (D) : Debu dan kertas dapat terbang; ranting pohon bergerak
5	Sepoi Sedang	8,0-10,7	29-38	(L) : Gelombang sedang berbuih agak banyak (D) : Pohon-pohon kecil terlihat condong. Genangan air di tanah terlihat berombak kecil
6	Sepoi Kuat	10,8-13,8	39-49	(L) : Gelombang besar tampak berbuih tampak dimana-mana (D) : Batang pohon terlihat bergerak; suara berdesing dari kawat telpon dapat terdengar; payung dapat terangkat
7	Angin Ribut Lemah	13,9-17,1	50-61	(L) : Gelombang besar tampak berbuih agak banyak (D) : Pohon-pohon bergerak; berjalan terasa berat

8	Angin Ribut	17,2-20,7	62-74	(L) : Gelombang tinggi sedang dan panjang; ujung pecah gelombang terlihat seperti hanyut (D) : Batang pohon dapat patah, sampai pohon tumbang
9	Angin Ribut Kuat	20,8-24,4	75-88	(L) : Gelombang tinggi padat, dan berderet sepanjang arah angin. Ujung pecah gelombang terlihat berputar (D) : Dapat membawa kerusakan cerobong; pot-pot beterbangan
10	Badai	24,5-28,4	89-102	(L) : Gelombang sangat tinggi dan panjang. Hampir semua permukaan laut terlihat putih karena pecah gelombang (D) : Kerusakan lebih besar; tetapi di darat jarang sekali
11	Badai Amuk	28,5-32,6	103-117	(L) : Gelombang luar biasa tinggi. Kapal kecil sampai sedang terombang-ambing dan terlihat timbul-tenggelam di belakang gelombang (D) : Kerusakan berat; tetapi sangat jarang terjadi di darat
12	Topan	>32,6	>117	(L) : Gelombang luar biasa besar. Udara terlihat gelap oleh adanya pecah-pecah gelombang (D) : Hampir tidak pernah terjadi

(Sumber: (BMKG, 2011))

2.3 Optocoupler

Optocoupler adalah rangkaian yang terdiri dari *Phototransistor* dan LED (*Light Emitting Diode*). Susunan dari Optocoupler diperlihatkan pada Gambar 2.8.



(Sumber: (Rizal, Bonodin, 2005))

Gambar 2.8 Kombinasi *Emitter* dan *Detektor*

Rangkaian sensor Optocoupler terdiri dari LED dan *Phototransistor*. Sensor Optocoupler dihubungkan pada piringan (kipas) yang memiliki counter / lubang yang berlogika 0 dan 1 yang dibaca oleh sensor untuk mendapatkan kecepatan angin. Baling-baling kipas Anemometer berjumlah 6 buah dan memiliki jumlah celah 6 buah. Prinsipnya jika baling-baling berputar maka akan melewati sensor optocoupler. Sensor kemudian mencacah putaran baling-baling (kipas) untuk mendapatkan nilai putaran RPM (*Revolutions Per Minute*) dari baling-baling kipas. Ketika nilai RPM sudah diketahui, selanjutnya adalah penentuan kecepatan.

RPM (*Revolutions Per Minute*), maksudnya beberapa jumlah putaran baling-baling kipas per menitnya, dapat dicari menggunakan rumus:

Misal; **JH** adalah jumlah hasil celah yang dibaca

JC adalah jumlah celah counter, maka

$$n = \frac{IH}{Jc} \times 60 \quad (2.1)$$

Dimana: n = putaran (rpm)

Baling-baling kipas dipasang pada titik pusat lingkaran seperti halnya roda. Ukuran baling-baling kipas akan mempengaruhi kecepatan angin. Untuk menghitung kecepatan dengan berpatokan pada RPM, maka dibutuhkan data kecepatan sudut baling-baling kipas yang berbentuk lingkaran. Untuk mendapatkan hasil kecepatan sudut baling-baling menggunakan rumus:

$$\omega = 2 \pi f \quad (2.2)$$

Dimana: ω = kecepatan sudut (rad/s)

$$\pi = 22/7 \text{ atau } 3.14$$

$$f = \frac{n}{t} \quad (rps)$$

Dari hasil hasil kecepatan sudut di atas untuk mencari kecepatan angin adalah,

$$V = \omega r \quad (2.3)$$

$$V = (2 \pi f) r \quad (2.4)$$

Dimana: ω = kecepatan sudut (rad/s)

$$\pi = 22/7 \text{ atau } 3.14$$

$$f = \frac{n}{t} \quad (rps)$$

$$r = \text{jari-jari} \quad (m)$$

Jika kecepatan diketahui, tapi tidak ada RPM. Maka putaran dapat diketahui dengan cara kebalikan kalkulasi diatas.

2.4 Arduino

Arduino adalah rangkaian elektronika yang dilengkapi dengan mikrokontroler yang biasa disebut sebagai chip (ATmega). Papan Arduino yang telah dilengkapi mikrokontroler di dalamnya dapat diisi program menggunakan *software*. *Software* yang digunakan untuk melakukan inisialisasi program pada Arduino adalah Arduino IDE, namun ada beberapa software yang bisa digunakan untuk mengisi program pada papan Arduino tersebut seperti CV-AVR dan lain-lain. Mikrokontroler ATmega dalam setiap papan Arduino memiliki jenis berbeda-beda tergantung dari jenis Arduino. Arduino memiliki beberapa macam yaitu sebagai berikut.

2.4.1 Jenis-jenis Arduino

1. Arduino USB

Merupakan jenis Arduino yang memiliki spesifikasi Mikrokontroler yang digunakan adalah ATmega328.

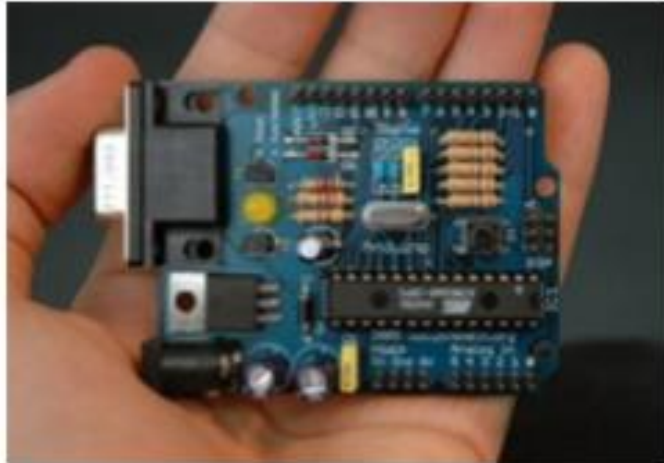


(Sumber: (Djuanda, Feri, 2011))

Gambar 2.9 Arduino USB

2. Arduino Serial

Merupakan salah satu jenis arduino yang digunakan sebagai pemrogramana atau komunikasi komputer.



(Sumber: (Djuanda, Feri, 2011))

Gambar 2.10 Arduino Serial

3. Arduino Mega

Merupakan jenis arduino yang memiliki spesifikasi yang lebih tinggi dari jenis Arduino lainnya, karena banyak penambahan pin pada papannya.



(Sumber: (Djuanda, Feri, 2011))

Gambar 2.11 Arduino Mega

4. Arduino Fio

Merupakan jenis Arduino yang digunakan sebagai penggunaan nirkabel.

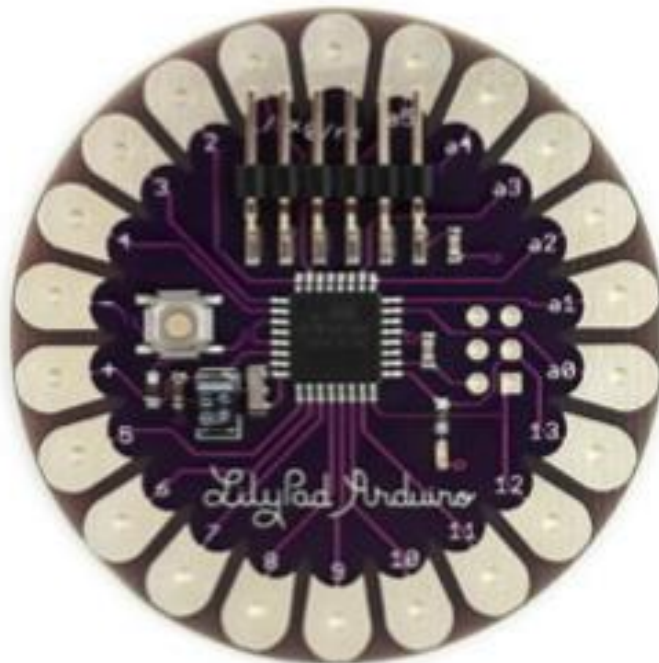


(Sumber: (Djuanda, Feri, 2011))

Gambar 2.12 Arduino Fio

5. Arduino Lilypad

Merupakan Arduino yang memiliki tipe papan yang berbentuk lingkaran



(Sumber: (Djuanda, Feri, 2011))

Gambar 2.13 Arduino Lilypad

6. Arduino BT

Merupakan jenis arduino yang digunakan untuk komunikasi nirkabel karena dilengkapi modul Bluetooth.



(Sumber: (Djuanda, Feri, 2011))

Gambar 2.14 Arduino BT

7. Arduino Nano dan Arduino Mini

Merupakan Arduino yang memiliki spesifikasi dan bentuk yang sederhana yang dapat dirangkai pada breadboard.

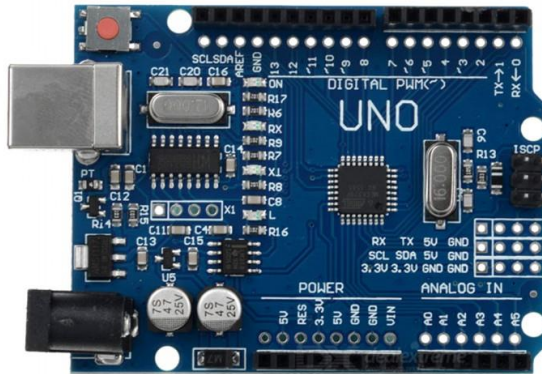


(Sumber: Djuandi, 2011)

Gambar 2.15 Arduino Nano

2.4.2 Arduino Uno

Arduino Uno merupakan Arduino tipe USB yang digunakan penulis sebagai komponen dari Anemometer berbasis akuisisi data. Arduino Uno ATmega328 digambarkan pada gambar 2.16. Spesifikasi dari Arduino Uno ATmega328 terlihat pada tabel 2.2 di bawah ini.



Gambar 2.16 Arduino Uno ATmega328

Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino

1. Mikrokontroler	ATmega328
2. Tegangan Pengoperasian	3,3 volt dan 5 Volt
3. Tegangan Input Yang Disarankan	7-12 volt
4. Batas Tegangan Input	6-20 Volt
5. Jumlah Pin I/O Digital	14 (6 diantaranya menyediakan keluaran PWM)
6. Jumlah Pin Input Analog	6
7. Arus DC Tiap Pin I/O	40 mA
8. Arus DC Untuk Pin 3,3 Volt	50 mA

2.5 Software Arduino

Software Arduino yang digunakan adalah Arduino IDE (*Integrated Development Environment*). Software Arduino IDE merupakan *software* bawaan dari Arduino yang digunakan untuk membuat *listing* program. Arduino IDE dapat dilihat pada gambar 2.17.

Pada Arduino IDE terdapat sketh untuk menulis program, ada dua perintah yang digunakan untuk mengeksekusi suatu program, dua perintah tersebut adalah;

```
void setup()
{
    // Statement; dieksekusi satu kali
}
void loop()
{
    // Statement; dieksekusi secara terus menerus
}
```

I. Setup()

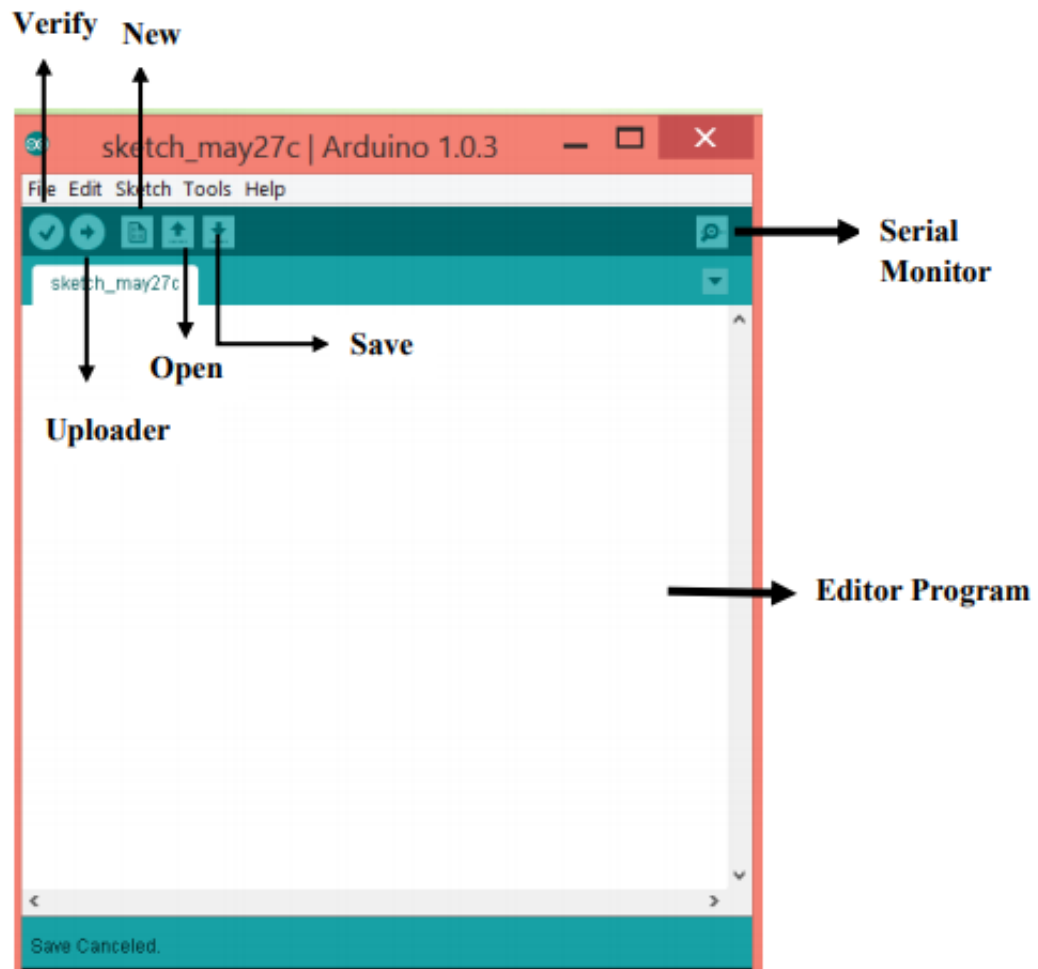
Setup() berfungsi untuk memanggil pertama kali ketika program dijalankan. Hal yang dimaksud adalah mendefinisikan nilai dan pin mode untuk dibaca pada perintah selanjutnya.

```
void setup()
{
    // Set the pins
    pinMode(2, INPUT);
    digitalWrite(2, HIGH);
    Serial.begin(9600);
}
```

II. Loop()

Loop() merupakan statement yang digunakan untuk melakukan instruksi, pembacaan dan mengkalkulasi rumus yang telah di list pada Arduino IDE.

```
void loop()
{
    Sample++;
    Serial.print("DATA,TIME,");
    Serial.print(Sample);
    Serial.print(", ");
    windvelocity();
    RPMcalc();
    Serial.print(RPM);
    Serial.print(", ");
    WindSpeed();
    Serial.print(speedwind);
    Serial.println();
}
```



Gambar 2.17 Software Arduino IDE

Keterangan :

1. *Listing Program*

Merupakan tempat yang digunakan untuk mengelompokkan program yang akan dijalankan.

2. *Verify*

Merupakan tool yang digunakan untuk pengecekan program sebelum program di upload.

3. *Uploader*

Merupakan tool yang digunakan untuk mengupload program ke papan Arduino.

4. *New*

Merupakan tool yang digunakan untuk membuat halaman baru.

5. *Open*

Merupakan tool yang digunakan untuk membuka halaman yang telah tersimpan.

6. *Save*

Merupakan tool yang digunakan untuk menyimpan halaman.

7. *Serial Monitor*

Merupakan tool yang digunakan untuk menampilkan hasil pengukuran yang ditransfer lewat Arduino.

2.6 Komunikasi Serial

Komunikasi serial merupakan komunikasi untuk pengiriman data secara berurutan pada *Personal Computer* (PC). Komunikasi serial digunakan untuk menghubungkan Arduino pada *Personal Computer* (PC) lewat USB yang terdapat pada Arduino. Pada Arduino terdapat lampu RX dan TX sebagai pengirim dan penerima data. Kabel serial yang digunakan untuk mengirim dan menerima data dapat dilihat pada gambar 2.18 di bawah ini.

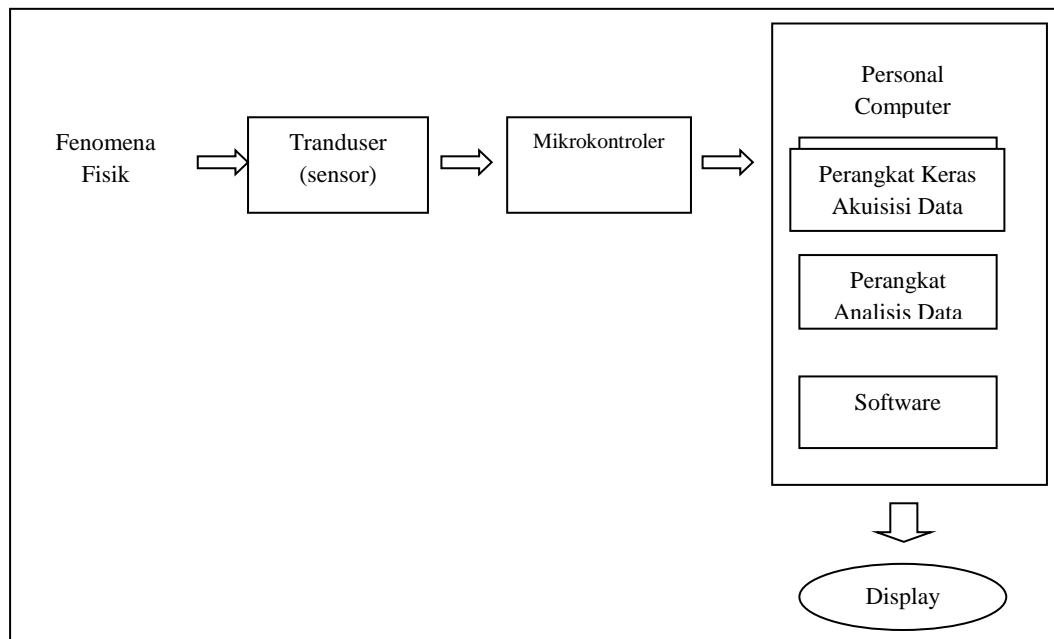


Gambar 2.18 Kabel Serial Arduino

2.7 Akuisisi Data

Akuisisi data adalah sistem yang berfungsi untuk menampilkan data secara *realtime*. Elemen-elemen sistem akuisisi data dapat dilihat pada gambar 2.19 di bawah ini, antara lain :

- a. Transduser
- b. Mikrokontroler
- c. Personal Computer (PC)



Gambar 2.19 Elemen-elemen Sistem Akuisisi Data

2.7.1 Personal Computer(PC)

Personal Komputer (PC) digunakan untuk menampilkan hasil pembacaan dari sensor dikirim ke komputer dalam bentuk data dan grafik. Dalam setiap sample pengambilan data komputer menunjukkan waktu dan tanggal sebenarnya secara *realtime* ketika data diambil. Data yang didapat adalah kecepatan angin yang akan direkam pada aplikasi di komputer untuk tujuan pengarsipan. Aplikasi yang digunakan dalam penampilan data dan grafik adalah Arduino IDE dan *Microsoft Excel*.

2.7.2 Transduser

Tranduser merupakan sensor yang digunakan untuk melukan pengukuran seperti Optocoupler, Thermometer dan lain sebagainya. Pada Anemometer ini menggunakan Optocoupler sebagai tranduser untuk menghitung kecepatan angin.

2.8. PLX – DAQ

PLX-DAQ adalah *software* yang digunakan untuk menampilkan data pada komputer. Dalam menggunakannya harus menentukan port dan baudrate yang sesuai dengan port dan baudrate pada komputer. Tampilan kontrol port dan baudrate dapat dilihat pada gambar 2.20. Software ini akan berhubungan langsung dengan program yang terdapat pada Arduino IDE sehingga langsung terbaca pada *Microsoft Excel*.



Gambar 2.20 Baudrate pada Parallax PLX-DAQ

2.9 Metode Perancangan

Dalam perancangan ini, secara umum perancang akan menggunakan metode perancangan yang disarankan oleh Pahl *and* Beitz. Metode perancangan ini dapat di simpulkan pada gambar 2.21.

Perancangan ini dilakukan oleh beberapa sebab diantaranya adalah memodifikasi produk online buatan China, pengembangan sistem analog-digital menjadi sistem akuisisi data, dan sebagai salah satu teknologi sistem terbaru Anemometer yang berbasis akuisisi data. Adapun tahapan perancangan sebagai berikut:

1. Perencanaan Sistem dan Penjelasan Tugas

Pada hal ini dilakukan pengumpulan informasi mengenai persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi dan merupakan batas untuk menentukan suatu produk.

2. Perancangan Konsep Produk

Konsep produk dalam perancangan adalah berupa alternatif konsep produk yang ditentukan.

Konsep produk tersebut merupakan solusi dari masalah perancangan yang harus dipecahkan. Beberapa alternatif konsep produk dapat ditemukan. Konsep produk berupa gambar skets atau gambar skema yang sederhana, tetapi telah memuat semua.

3. Perancangan Bentuk

Perancangan bentuk adalah pembentukan komponen-komponen produk disertai dengan ukuran yang telah disesuaikan dengan hasil analisis.

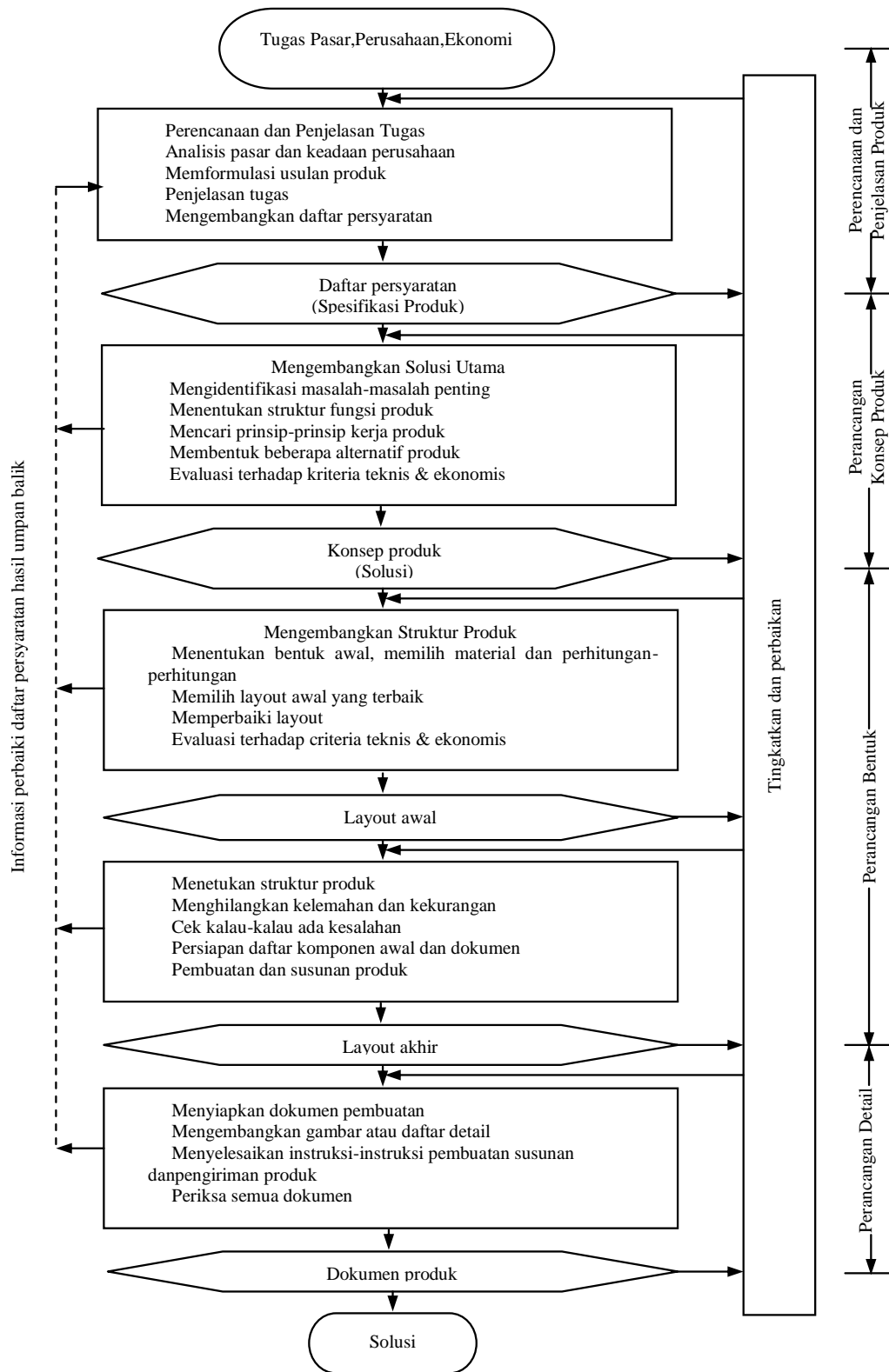
4. Pembuatan

Pada tahap ini penulis membahas tentang proses keseluruhan pembuatan sistem akuisisi pada Anemometer, yakni meliputi proses pemotongan, pengeleman, pemasangan, rangkaian elektronika dan *finishing*.

5. Pengujian Anemometer

Pada tahap ini penulis membahas tentang pengujian dan pembahasan mengenai ketepatan alat, yang kemudian kesimpulannya akan menjadi karakteristik dari sistem akuisisi pada Anemometer tersebut.





(Sumber: (Riadi, Muhammad Sugeng, 2009))

Gambar 2.21 Metode Perancangan Pahl And Beitz